Figura 1. "El ultramueble", de Kurt Seligman.

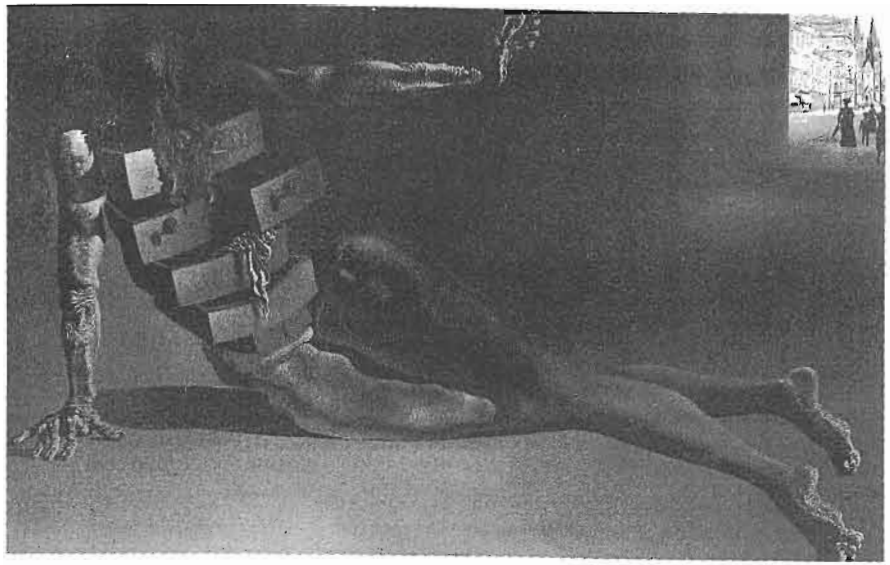

Figura 2. Una de las numerosas figuras con cajones, de Salvador Dalí.

3

Notas para una epistemología de los objetos vivientes*

I. El problema

Mientras que en el primer cuarto de este siglo los físicos y los cosmólogos se vieron forzados a revisar las nociones básicas que gobiernan a las ciencias naturales, en el último cuarto de siglo los biólogos forzarán una revisión de las nociones básicas que gobiernan a la ciencia en sí misma. Después de esa "primera revolución" estaba claro que el concepto clásico de una "ciencia última", es decir, de una descripción objetiva del mundo en la cual no hubiera sujetos (un "universo sin sujetos"), contenía contradicciones.

Para poder resolver esto se tuvo que dar cuenta de un "observador" (es decir, por lo menos de un sujeto):

(i) Las observaciones no son absolutas sino relativas al punto de vista de un observador (por ejemplo, su sistema de coordenadas: Einstein);

(ii) Las observaciones afectan a lo observado de modo tal que impiden toda esperanza del observador en cuanto a poder predecir (por ejemplo, su incerteza es absoluta: Heisenberg).

Después de esto, estamos ahora en posesión de la afirmación de que una descripción (del universo) implica a aquel que describe (que lo observa). Lo que necesitamos ahora es la descripción de "aquel que

* Este artículo es una adaptación de una conferencia dada el 7 de septiembre de 1972, en el *Centre Royaumont pour un Science de L'homme*, Royaumont, Francia, en ocasión del coloquio internacional "L'Unité de l'homme: invariants biologiques et universaux culturel". La versión francesa de esta conferencia fue publicada con el título "Notes pour une épistémologie des objets vivants", en *L'Unité de l'homme: Invariants Biologiques et Universaux Culturel*, Edgar Morin y Massimo Piatelli-Palmarini (comps.), Editions du Seuil, París, págs. 401-471 (1974).

describe" o, dicho de otro modo, necesitamos tener una teoría del observador. Desde el momento que son sólo los organismos vivientes quienes pueden ser calificados como observadores, parecería que la tarea de desarrollar tal teoría correspondiera al biólogo. Pero él mismo es un ser viviente, lo cual significa que en su teoría él tiene que dar cuenta no solamente de sí mismo, sino también de su capacidad para escribir esa teoría. Esta es una situación nueva en el discurso científico porque, de acuerdo con el punto de vista tradicional que separaba al observador de sus observaciones, la referencia a este discurso debía ser cuidadosamente evitada. Esa separación no fue en modo alguno establecida por excentricidad o por locura sino porque, en ciertas circunstancias, la inclusión del observador en sus descripciones puede llevar a paradojas, como en el caso de la afirmación "yo soy un mentiroso".

Sin embargo, al mismo tiempo, se hizo claro que esta estrecha restricción no sólo genera problemas éticos asociados a la actividad científica, sino que también impide el estudio de la vida, desde las organizaciones moleculares a las organizaciones sociales, en su pleno contexto. La vida no puede ser estudiada *in vitro*, se la debe explorar *in vivo*.

Contradiciendo el problema clásico de la indagación científica que postula en primer lugar un "mundo objetivo" invariante a la descripción (como si hubiera tal cosa), y luego intenta escribir su descripción, sentimos ahora el reto de desarrollar un "mundo subjetivo" invariante a la descripción, es decir, un mundo que incluya al observador: *éste es el problema*.

Sin embargo, de acuerdo con la tradición clásica de la indagación científica que pregunta perpetuamente "¿cómo?" más que "¿qué?", la tarea que nos ocupa pide una epistemología acerca de "¿cómo conocemos?", más que acerca de "¿qué conocemos?".

Las siguientes notas para una epistemología de los objetos vivientes se ocupan del "¿cómo?" Podrían servir como una lupa a través de la cual este problema pueda hacerse más visible.

II. Introducción

Las doce proposiciones numeradas 1, 2, 3, ... 12, de las siguientes 80 notas intentan dar un marco mínimo para crear el contexto dentro del cual los variados conceptos que serán discutidos adquirirán su significado. Ya que la proposición número 12 remite directamente a la número 1, las notas pueden ser leídas circularmente. Sin embargo, comentarios, justificaciones y explicaciones, que se aplican a estas proposiciones, las siguen llevando números después del punto (por ejemplo, "5.423"), refiriéndose el último dígito ("3"), a la proposición numerada con dígitos anterior al último dígito ("5.42"), etcétera (por ejemplo, "5.42" se refiere a "5.4", etcétera).

Aunque las notas pueden presentarse en cualquier orden y completarse recorriendo el círculo, pareció preferible cortar el círculo entre las proposiciones "11" y "1", y presentar las notas en secuencia lineal comenzando con la proposición 1.

Ya que el formalismo que utilizamos puede parecer, para algunos, oscureciendo más de lo que revela, una prelectura de las doce proposiciones con comentarios en prosa puede facilitar la lectura de las notas. [T.]

*1. El ambiente es experimentado como si fuera la residencia de objetos, estacionarios, en movimiento o cambiantes.**

Aunque esta proposición parece obvia al mirarla por vez primera, al observarla por segunda vez uno puede preguntarse acerca del significado de un "objeto cambiante". ¿Queremos significar con ello el cambio de apariencia de un mismo objeto, como cuando un cubo es rotado o una persona se da vuelta y los seguimos considerando como siendo el mismo objeto (cubo, persona, etc.), o nos estamos refiriendo a cuando vemos un árbol creciendo, o encontramos a un viejo compañero de escuela después de una o dos décadas, en cuyo caso, son ellos diferentes, son ellos lo mismo, o son ellos diferentes en un sentido y lo mismo en otro? ¿Cuando Circe transforma a hombres en cerdos, o cuando un amigo sufre un golpe severo, qué es invariante y qué cambia en esa metamorfosis? ¿Quién dice que éstas son las mismas personas u objetos?

A partir de los estudios de Piaget [1] y otros [2], sabemos que la "constancia de objeto" es uno de los muchos mecanismos cognitivos que se adquieren en la niñez temprana y de allí que estén sujetos a cuestiones lingüísticas y, por tanto, culturales.

Consecuentemente, con el objeto de darle sentido a términos como "invariantes biológicas", "universales culturales", etc., las propiedades lógicas de "invariancia" y "cambio" deben ser establecidas en primer lugar.

Como lo muestran las notas resultará evidente que éstas son más bien propiedades de las descripciones (representaciones) que de los objetos. De hecho, como se verá, los "objetos" deben su existencia a las propiedades de las representaciones. Con este fin se desarrollan las cuatro proposiciones siguientes.

1.1. "Cambio" presupone invariancia e "invariancia" presupone cambio.

* Las proposiciones aparecen en bastardilla. Las notas aparecen después de cada proposición (por ejemplo: 4.1., 4.1.1., etcétera). [T.]

2. Las propiedades lógicas de "invariancia" y "cambio" pertenecen a las representaciones. Si se ignora esto, surge la paradoja.

Se citan dos paradojas que surgen cuando los conceptos de "invariancia" y "cambio" son definidos en un vacío contextual, indicando la necesidad de una formalización de las representaciones.

2.1. La paradoja de la "invariancia":

LO DISTINTO SIENDO LO MISMO

Pero no tiene sentido escribir $x_1 = x_2$ (¿por qué los índices?).

Y $x = x$ dice algo acerca de "=" pero nada acerca de x.

2.2. La paradoja del "cambio":

LO MISMO SIENDO DISTINTO

Pero no tiene sentido escribir $x \neq x$

3. Formalicemos las representaciones R, S, considerando dos grupos de variables $\{x\}$ y $\{t\}$, tentativamente llamadas "entidades" e "instantes", respectivamente.

Aquí, el "tentativamente" prenuncia la dificultad para comenzar a hablar acerca de algo que sólo más tarde cobrará sentido, de modo tal que se pueda entonces comenzar a hablar de ello. Se presentan dos grupos de variables todavía indefinidas con nombres altamente significativos, a saber, "entidades" e "instantes", que sólo más tarde serán justificados.

Este aparente desvío del rigor fue hecho como una concesión a la lucidez. Atacar los nombres plenos de sentido de las variables no cambia el argumento.

En esta proposición están desarrolladas expresiones para representaciones que puedan ser comparadas. Esto nos enreda con la aparente dificultad para comparar una manzana consigo misma, antes y después de ser pelada. Sin embargo, se encuentran pocas dificultades comparando la manzana pelada tal como es *vista ahora* con la manzana sin pelar tal como es *recordada*.

Con el concepto de "comparación", sin embargo, es introducida una operación ("computación") sobre representaciones, que requiere un análisis detallado. Es lo que se hace en la próxima proposición. De aquí en más el término "computación" será constantemente aplicado a todas las operaciones (no necesariamente numéricas) que transforman, modifican,

reordenan, ordenan, etcétera, símbolos (en el sentido "abstracto") o sus manifestaciones físicas (en el sentido "concreto"). Esto es hecho para reforzar el sentimiento de la factibilidad de estas operaciones en la organización estructural y funcional del tejido nervioso espontáneamente desarrollado, o en otras máquinas artificialmente construidas.

3.1. La representación R de una entidad x respecto al instante t_1 es distinta a la representación de esta entidad respecto al instante t_2:

$$R\,(x\,(t_1)) \neq R\,(x\,(t_2))$$

3.2. La representación S de un instante t respecto de la entidad x_1 es distinta a la representación de este instante respecto a la entidad x_2:

$$S\,(t\,(x_1)) \neq S\,(t\,(x_2))$$

3.3. Sin embargo, el juicio comparativo ("distinta a") no puede ser hecho sin un mecanismo que compute estas distinciones.

3.4.Abreviemos la notación de este modo:

$$R\,(x_i\,(t_j)) \rightarrow R_{ij}$$

$$S\,(t_k\,(x_l)) \rightarrow S_{kl}$$

$$(i, j, k, l = 1, 2, 3, \ldots)$$

4. Contemplemos las relaciones, "Rel", entre representaciones R y S.

Sin embargo, una relación altamente específica es inmediatamente considerada, a saber, la "relación de equivalencia" entre dos representaciones. Debido a las propiedades estructurales de las representaciones, las computaciones necesarias para confirmar o para negar la equivalencia de representaciones no son triviales. De hecho, llevando la cuenta de los caminos computacionales para establecer equivalencia, los "objetos" y los "eventos" emergen como *consecuencias* de ramas de la computación que suelen identificarse como los procesos de abstracción y de memorización.

4'. Contemplemos las relaciones Rel_μ entre representaciones R y S.

$$\mathrm{Rel}_\mu\,(R_{ij}, S_{kl})$$

$$(\mu = 1, 2, 3, \ldots)$$

4.1. Llamemos a la relación que oblitera la distinción $x_i \neq x_l$ y $t_j \neq t_k$ (es decir, $i=l; j=k$) la "relación de equivalencia" y representémosla así:

$$\mathrm{Equ}\,(R_{ij}, S_{ji})$$

4.1.1. Esta es una representación de una relación entre dos representaciones y se lee:

"La representación R de una entidad x_i respecto al instante t_j es equivalente a la representación S de un instante t_j respecto a la entidad x_i".

4.1.2. Una metáfora lingüística posible para la representación superior de la relación de equivalencia entre dos representaciones es la equivalencia de "cosa actuando" (en la mayoría de las lenguas indoeuropeas) con "acto coseando" (en algunas lenguas africanas) (dualidad cognitiva). Por ejemplo:

"El caballo galopa" $\rightleftarrows$ "El galope caballea"

4.2. La computación de la relación de equivalencia 4.1. tiene dos ramificaciones:

4.2.1. Una computa equivalencias sólo para x:

$$\text{Equ}\ (R_{ij}, S_{kl}) = \text{Obj}\ (x_i)$$

4.2.1.1. Las computaciones a lo largo de esta ramificación de relaciones de equivalencia son llamadas "abstracciones": *Abs.*

4.2.1.2. Los resultados de esta ramificación de computaciones son usualmente llamados "objetos" (entidades), y su invariancia durante variadas transformaciones $(t_j, t_k, \ldots)$ se indica dándole a cada objeto una designación distinta pero invariante N_i ("Nombre"):

$$\text{Obj}\ (x_i \rightarrow N_i)$$

4.2.2. La otra ramificación computa equivalencias sólo para t:

$$\text{Equ}\ (R_{ij}, S_{jl} \equiv \text{Eve}\ (t_j)$$

4.2.2.1. Las computaciones a lo largo de esta ramificación de relaciones de equivalencias son llamadas "recuerdos": *Mem.*

4.2.2.2. Los resultados de esta ramificación de computaciones son usualmente llamados "eventos" (instantes), y su invariancia durante variadas transformaciones $(x_i, x_l, \ldots)$ se indica asociando a cada evento una designación distinta pero invariante T_j ("Tiempo"):

$$\text{Eve}\ (t_j) \rightarrow T_j$$

4.3. Lo dicho demuestra que los conceptos "objeto", "memoria", "invariancia", "cambio", se generan mutuamente. De aquí se sigue la próxima proposición:

5. Objetos y eventos no son experiencias primitivas. Objetos y eventos son representaciones de relaciones.

Desde el momento en que "objetos" y "eventos" no son experiencias primitivas y, por tanto, no se puede pretender que tengan un *status* absoluto (objetivo), sus interrelaciones, el "ambiente", resulta ser una cuestión sumamente personal, cuyas restricciones son factores anatómicos o culturales. Más aun, el postulado de una "realidad externa (objetiva)" desaparece para dar lugar a una realidad que está determinada por operaciones computacionales internas [3].

5.1. Una metáfora gráfica posible para la complementariedad de "objetos" y "eventos" es una grilla ortogonal mutuamente sustentada por ambos (figura 1):

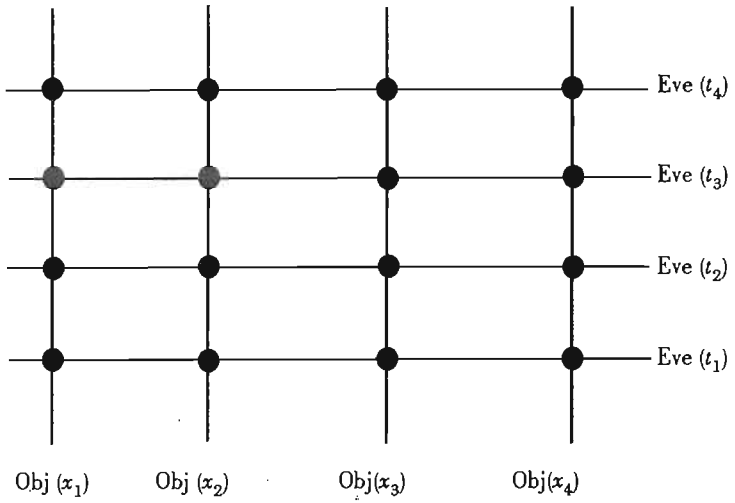

Figura 1. "Objetos" creando "eventos" y viceversa.

5.2. El "ambiente" es la representación de las relaciones entre "objetos" y "eventos":

Amb (Obj, Eve)

5.3. Desde el momento en que la computación de relaciones de equivalencia no es única, los resultados de estas computaciones, a saber, "objetos" y "eventos", tampoco son únicos.

5.3.1. Esto explica la posibilidad de un número arbitrario de taxonomías diferentes, pero internamente consistentes (determinadas por el lenguaje).

5.3.2. Esto explica la posibilidad de un número arbitrario de realidades diferentes, pero internamente consistentes (culturalmente determinadas).

5.4. Dado que la computación de relaciones de equivalencia se realiza a partir de experiencias primitivas, un ambiente externo no es un prerrequisito necesario para la computación de una realidad.

6. Operacionalmente, la computación de una relación específica es una representación de esta relación.

Dos pasos de crucial importancia para todo el argumento trasmitido en estas notas son dados aquí al mismo tiempo. Uno consiste en tomar una computación como una representación; el otro consiste en introducir, por vez primera, "recursiones". Por recursión se entiende que una función es sustituida, una y otra vez, por su propio argumento. En la proposición número 6 esto se realiza tomando a la computación de una relación entre *representaciones* nuevamente como una representación.

Si bien tomar a una computación como una representación de una relación puede no generar dificultades conceptuales (la tarjeta perforada de un programa de computación que controla los cálculos de una relación deseada puede servir como una metáfora adecuada), la adopción de expresiones recursivas parecería abrir la puerta para todo tipo de travesura lógica.

Sin embargo, hay maneras de evitar tales travesuras. Una consiste, por ejemplo, en idear una notación que lleve la cuenta del orden de representaciones, por ejemplo, "la representación de una representación de una representación" puede ser considerada una representación de tercer orden, $R^{(3)}$. Lo mismo se aplica a relaciones de orden superior, n: Rel $^{(n)}$.

Después de haber introducido los conceptos de representaciones y de relaciones de orden superior, son definidas sus manifestaciones físicas. Desde el momento en que representaciones y relaciones son computaciones, sus manifestaciones son "ordenadores de propósito especial" llamadas "representadores" y "relacionadores" respectivamente. La distinción

de niveles de computación se mantiene refiriéndose a tales estructuras como representadores (relacionadores) de orden n-avo. Con estos conceptos está ahora abierta la posibilidad de introducir la noción de "organismo".

6'. Operacionalmente, la computación Cmp (Rel) de una relación específica es una representación de esta relación.

$$R = Cmp\ (\text{Rel})$$

6.1. Una metáfora matemática posible para la equivalencia de una computación con una representación es, por ejemplo, el algoritmo computacional de Wallis para el productor infinito:

$$2 \cdot \frac{2}{1} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{6}{5} \cdot \frac{6}{7} \cdot \ldots$$

Ya que ésta es una de las muchas definiciones posibles de π (3, 14159. . .) y π es un número, podemos tomar a π como una representación (numérica) de esta computación.

6.2. Llamemos a las representaciones de computaciones de relaciones "representaciones de segundo orden". Esto resulta claro cuando se escribe tal representación en su forma completa:

$$R = Cmp\ (\text{Rel}\ (R_{ij}, S_{kl}))$$

donde R_{ij} y S_{kl} son, por supuesto, "representaciones de primer orden" como las anteriores (3.3.).

6.2.1. En esta notación resulta claro que las representaciones de primer orden pueden ser interpretadas como relaciones de orden cero (observemos los dobles índices de S y de R).

6.2.2. También resulta claro en esta notación que pueden formularse representaciones y relaciones de orden más alto (n-avo).

6.3. Llamemos a un mecanismo físico que computa una representación de n-avo orden (o una relación de n-avo orden) un "representador de n-avo orden" $RP^{(n)}$ (o "relacionador de n-avo orden" $RL^{(n)}$), respectivamente.

6.4. Llamemos a la manifestación física externalizada del resultado de una computación "representación terminal" o "descripción".

6.5. Una metáfora mecánica posible para las nociones de rela-

cionador, relación, objetos y descripciones, podría ser una calculadora mecánica de escritorio (el relacionador), cuya estructura interna (la organización de engranajes y tornillos) es una representación de una relación comúnmente llamada "suma": Sum (a, b; c). Dados dos objetos: $a = 5$, $b = 7$, computa una representación terminal (una descripción), c, de la relación entre estos dos objetos en forma decádica, digital:

$$\text{Sum } (5, 7; 12)$$

6.5.1. Por supuesto, una máquina con una representación (estructura) interna diferente de la misma relación Sum (a, b; c), podría haber producido una representación terminal (descripción) diferente en forma, digamos, de productos primos, a partir de esta relación entre los mismos objetos:

$$\text{Sum } (5, 7; 2^2.3^1)$$

6.6. Otra metáfora mecánica posible para tomar una computación de una relación como una representación de esta relación es un ordenador electrónico con un programa. El programa representa a la relación particular y organiza las partes de la máquina de modo tal que la representación terminal (impresa) del problema considerado coincide con la forma deseada.

6.6.1. Un programa que computa programas es llamado un "metaprograma". En esta terminología una máquina que acepta metaprogramas es un relacionador de segundo orden.

6.7. Estas metáforas subrayan un punto anteriormente señalado (5.3.), a saber, que las computaciones de representaciones de objetos y de eventos no son únicas.

6.8. Estas metáforas también sugieren que mi tejido nervioso que, por ejemplo, computa una representación terminal con la forma de la expresión siguiente: "Estos son las gafas de mi abuela", no se parece ni a mi abuela, ni a sus gafas; ni hay allí "rastros" que pudieran ser encontrados de ninguno de ellos (así como no hay rastros de "12" en los engranajes y los tornillos de una calculadora de escritorio, o rastros de números en un programa de ordenador). Más aun, mi expresión: "Estos son las gafas de mi abuela", no debería ser confundida con las gafas de mi abuela, ni con el programa que computa esta expresión, ni con la representación (manifestación física) de ese programa.

6.8.1. Sin embargo, una relación entre la expresión, los

objetos y los algoritmos que computan a ambos es, en sí misma, computable (véase 9.4.).

7. Un organismo viviente es un relacionador de tercer orden que computa las relaciones que mantienen la integridad del organismo.

Todo el poder de las expresiones recursivas se aplica ahora a una definición recursiva de los organismos vivientes, propuesta en primer lugar por H. R. Maturana (4, 5) y desarrollada luego por él mismo y por F. Varela con su concepto de "*autopoyesis*" [6].

Como consecuencia directa del formalismo y de los conceptos que fueron desarrollados en proposiciones anteriores es ahora posible dar cuenta de una interacción entre la representación interna que un organismo tiene de sí mismo y la que tiene de otro organismo. Esto da lugar a una teoría de la comunicación basada en un "lenguaje" puramente connotativo. Una sorprendente propiedad de tal teoría es descrita ahora en la octava proposición.

7'. Un organismo viviente Ω es un relacionador de tercer orden ($\Omega = RL^{(3)}$) que computa las relaciones que mantienen la integridad del organismo:

$$\Omega \text{ Equ } [R \ (\Omega \ (Obj)), S \ (Eve \ (\Omega))]$$

Esta expresión es recursiva en Ω.

7.1. Un organismo se tiene a sí mismo como objeto fundamental.

7.2. Un organismo que puede computar una representación de esta relación es autoconsciente.

7.3. Entre las representaciones internas de la computación de objetos Obj (x_i) en un organismo Ω puede haber una representación Obj (Ω *) de otro organismo Ω *. Inversamente, podemos tener en Ω * una representación Obj*(Ω) que computa a Ω.

7.3.1. Ambas representaciones son recursivas en Ω,Ω * respectivamente. Por ejemplo, para Ω :

$$\text{Obj}^{(n)} (\Omega^{*(n-1)} (\text{Obj}^{*(n-1)} (\Omega^{(n-2)} (\text{Obj}^{(n-2)} (\ldots \Omega^*)))))$$

7.3.2. Esta expresión resulta ser el núcleo de una teoría de la comunicación.

8. Un formalismo necesario y suficiente para una teoría de la comunicación no debe contener símbolos primarios que representen comunicables (es decir, símbolos, palabras, mensajes, etcétera).

Por más ultrajante que pueda resultar, a primera vista, esta proposición, resultará obvio sin embargo, vista con más detenimiento, que una teoría de la comunicación resultará culpable de dar definiciones circulares si asume como dados a los comunicables, en su intento de demostrar la comunicación.

El cálculo de las funciones recursivas evita esta dificultad, y el poder de tales expresiones es ejemplificado por el pronombre personal reflexivo (infinitamente recursivo) "yo". Por supuesto que la magia semántica de tales recursiones infinitas ha sido largamente conocida, a juzgar por la expresión "Yo soy el que soy" [7].

8.1. Esto es así porque si una "teoría" de la comunicación contuviera, primariamente, comunicables, no sería una teoría sino una tecnología de la comunicación, que da por garantizada la comunicación.

8.2. La actividad nerviosa de un organismo no puede ser compartida por otro organismo.

8.2.1. Esto sugiere que, en verdad, nada es (no puede ser) "comunicado".

8.3. Ya que la expresión en 7.3.1. puede volverse cíclica (cuando $\text{Obj}^{(k)} = \text{Obj}^{(k-2i)}$), sugiere desarrollar una teoría teleológica de la comunicación en la cual la meta estipulada sea mantener al Obj (Ω *) invariante a pesar de las perturbaciones provenientes de Ω *.

8.3.1. Resulta claro que en tal teoría preguntas tales como: "¿Ve usted el color de este objeto tal como lo veo yo?", se vuelven irrelevantes.

8.4. Comunicación es la interpretación que un observador hace de la interacción entre dos organismos Ω_1, Ω_2.

8.4.1. Sean los $\text{Evs}_1 \equiv \text{y Evs } (\Omega_1)$
y $\text{Evs}_2 \equiv \text{Evs } (\Omega_2)$

secuencias de eventos Eve (t_j), $(j=1, 2, 3,...)$ con respecto a dos organismos Ω_1 y Ω_2 respectivamente; y sea *Com* una representación (interna) de un observador de la relación entre estas secuencias de eventos:

$$OB\ (\text{Com } (\text{Evs}_1, \text{Evs}_2))$$

8.4.2. Ya que Ω_1 o Ω_2 o ambos pueden ser observadores ($\Omega_1 = OB_1$; $\Omega_2 = OB_2$), la expresión anterior puede volverse recursiva en Ω_1 o en Ω_2 o en ambos.

8.4.3. Esto demuestra que "comunicación" es una representación (interna) de una relación entre (una representación interna de) uno mismo con algún otro.

$$R\ (\Omega^{(n+1)},\ \text{Com } (\Omega^{(n)}, \Omega^*))$$

Abreviemos esto así:

$$C\ (\Omega^{(n)}, \Omega^*)$$

En este formalismo el pronombre personal reflexivo "yo" aparece como el operador recursivo (infinitamente aplicado):

$$\text{Equ } [\Omega^{(n+1)}\ C\ (\Omega^{(n)}, \Omega^{(n)})]$$

o, en palabras:

"Yo soy la relación observada entre yo mismo y la observación de mí mismo."

8.4.6. "Yo" es un relacionador (y representador) de orden infinito.

9. Las representaciones terminales (descripciones) hechas por un organismo se manifiestan en sus movimientos; consecuentemente, la estructura lógica de las descripciones surge de la estructura lógica de los movimientos.

Los dos aspectos fundamentales de la estructura lógica de las descripciones, a saber, su sentido (afirmación o negación) y su valor de verdad (verdadero o falso), aparecen residiendo en la estructura lógica del movimiento: acercamiento y alejamiento con respecto al primer aspecto, y funcionamiento o falta de funcionamiento del reflejo condicionado respecto al segundo.

Ahora es posible desarrollar una definición exacta para el concepto de "información" asociado a una expresión. "Información" es un concepto relativo que adquiere significado sólo cuando se relaciona con la estructura cognitiva del observador de esa expresión (el "receptor").

9.1. Se sabe que la presencia de un agente perceptible en concentración débil puede hacer que un organismo se mueva hacia él (acercamiento). Sin embargo, la presencia del mismo agente fuertemente concentrado puede hacer que el organismo se aleje de él (alejamiento).

9.1.1. Es decir que "acercamiento" y "alejamiento" son los precursores del "sí" y del "no".

9.1.2. Las dos fases de conducta elemental, "acercamiento" y "alejamiento", establecen el origen operacional de los dos axiomas fundamentales de la lógica bivalente, a saber, la "ley de la contradicción excluida":

$$\overline{x \,\&\, \bar{x}},$$

en palabras: "no: x y no-x";

y la "ley del tercero excluido":

$$x \,v\, \bar{x},$$

en palabras: "x o no-x";

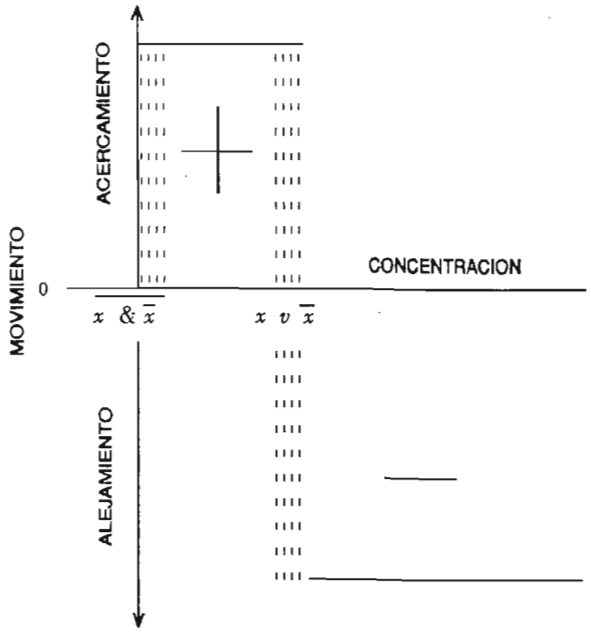

Figura 2. Las leyes de la "contradicción excluida" ($\bar{x}$ & x) y del "tercero excluido" ($x \,v\, \bar{x}$) en las zonas intermedias entre no-movimiento ($M = 0$) y acercamiento (+), y entre acercamiento (+) y alejamiento (–) en función de la concentración de un agente perceptible.

9.2. Leemos en la proposición 6.0621 del *Tractatus* de Wittgenstein [8]: ". . . es importante que los signos "p" y "no-p" pueden significar lo mismo. Porque demuestra que nada en la realidad corresponde al signo "no".

La ocurrencia de la negación en una proposición no es suficiente para caracterizar su sentido (no-no-p = p).

9.2.1. Ya que nada en el ambiente corresponde a la negación, la negación así como otras "partículas lógicas" (inclusión, alternancia, implicancia, etcétera) deben surgir dentro del mismo organismo.

9.3. Más allá de ser lógicamente afirmativas o negativas, las descripciones pueden ser verdaderas o falsas.

9.3.1. Leemos en Susana Langer, *Philosophy in a New Key* [9]:

"El uso de los signos es la verdadera primera manifestación de la mente. Surge tan precozmente en la historia biológica como el famoso 'reflejo condicionado', por el cual algo concomitante a un estímulo toma la función-estímulo. Lo concomitante se vuelve un *signo* de la condición a la cual la reacción resultó realmente apropiada. Este es el verdadero comienzo de la mentalidad, porque aquí está el lugar del nacimiento del *error*, y con él de la *verdad*."

9.3.2. Así es como, no sólo el sentido (sí o no) de las descripciones, sino también sus valores de verdad (verdadero o falso) están asociados al movimiento (conducta).

9.4. Sea D^* la representación terminal hecha por su organismo Ω^*, y sea ella observada por un organismo Ω; sea la representación interna en Ω de esta descripción D (Ω, D^*); y, finalmente, sea la representación interna de su ambiente en Ω, A (Ω, A). Entonces, tenemos:

El dominio de las relaciones entre D y A que son computables por Ω representa la "información ganada por Ω observando a Ω^*:

$$\text{Inf}\,(\Omega, D^*) \equiv \text{Dominio}\, Rel_{\mu}(D, E)$$

$$(\mu = 1, 2, 3, \ldots m)$$

9.4.1. El logaritmo (de base 2) del número m de relaciones Rel_{μ} computables por Ω (o el valor medio negativo de las probabilidades logarítmicas de su ocurrencia $<\log_2 p_i = \Sigma\, p_i \log_2 p_i$; $i = 1 \rightarrow m$) es la "cantidad de información, H" de la descripción D^* con respecto a Ω:

$$H\ (D\ *, \Omega) = \log_2 m$$

$$(\text{o}\ H\ (D\ *, \Omega) = -\Sigma\, p_i \log_2 p_i)$$

9.4.2. Esto demuestra que "información" es un concepto relativo. Y también lo es *H*.

9.5. Leemos en un artículo de Jerzy Konorski [10]:

"... No es, como hubiéramos estado inclinados a pensar de acuerdo con nuestra introspección, que la recepción de información y su utilización son dos poderes diferentes que pueden combinarse entre sí de cualquier modo; al contrario, la información y su utilización constituyen inseparablemente, de hecho, un solo proceso."

10. La información asociada a una descripción depende de la habilidad de un observador para extraer inferencias de esta descripción.

La lógica clásica distingue dos formas de inferencia: deductiva e inductiva [11]. Mientras que, en principio, es posible hacer inferencias deductivas infalibles ("necesidad") es, en principio, imposible hacer inferencias inductivas infalibles ("azar"). Consecuentemente, azar y necesidad son conceptos que no se aplican al mundo, sino a nuestros intentos de crearlo (de crear una descripción de él).

10.1 La "necesidad" surge de la habilidad para hacer deducciones infalibles.

10.2. El "azar" surge de la inhabilidad para hacer inducciones infalibles.

11. El ambiente no contiene información; el ambiente es como es.

12. Volvamos a la proposición número 1.

Referencias bibliográficas

[1] J. Piaget: *The Construction of Reality in the Child*, Basic Books, Nueva York (1954).

[2] K. Witz y J. Easley: "Cognitive Deep Structure and Science Education", en *Final Report, Analysis of Cognitive Behavior in Children*, Curriculum Laboratory, University of Illinois, Urbana (1972).

[3] C. Castaneda: *A Separate Reality*, Simon and Schuster, Nueva York (1971).

[4] H. Maturana: "Neurophisiology of Cognition", en *Cognition: A Multiple View*, P. Garvin (comp.), Spartan Books, Nueva York, págs. 3-23 (1970).

[5] H. Maturana: *Biology of Cognition*, BCL Report N° 9.0, Biological Computer Laboratory, Department of Electrical Engineering, University of Illinois, Urbana, 95 págs. (1970).

[6] H. Maturana y F. Varela: *Autopoiesis*, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago (1972).

[7] Exodo, *3*, 14.

[8] L. Wittgenstein: *Tractatus Logico Philosophicus*, Humanities Press, Nueva York (1961).

[9] S. Langer: Philosophy in a New Key, New American Library, Nueva York (1951).

[10] J. Konorski: "The Role of Central Factors in Differentiation", en *Information Processing in the Nervous System*, R. W. Gerard y J. W. Duyff (comps.), Excerpta Medica Foundation, Amsterdam, 3, págs. 318-329 (1962).

[11] Aristóteles: *Metaphysica*, Vol. VIII de *The Works of Aristotle*, W. D. Ross (comp. trad.), The Clarendon Press, Oxford (1908).